

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 34 508 A 1

⑤1 Int. Cl. 3:
C 03 B 37/075
C 03 B 37/14
G 02 B 5/14

②1 Aktenzeichen:
②2 Anmeldetag:
④3 Offenlegungstag:

P 31 34 508.5
1. 9. 81
17. 3. 83

⑦1 Anmelder:
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Weidel, Edgar, Dipl.Phys., 7913 Senden, DE

DE 31 34 508 A 1

Beibehaltungsgentum

⑤4 »Optische Faser mit einer anamorphotisch abbildenden Endfläche und Verfahren zu deren Herstellung«

An einer optischen Faser, insbesondere einer Monomode-Glasfaser, wird in einem einfachen und kostengünstigen Herstellungsverfahren eine anamorphotisch abbildende Endfläche angebracht, die z.B. der Oberfläche eines halbierten Rotationsellipsoids entspricht. Eine derartige Faser ist vielfältig anwendbar, z.B. in Koppelanordnungen zwischen einem Halbleiterlaser und einer optischen Faser. (31 34 508)

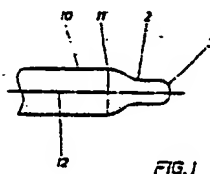


FIG. 1

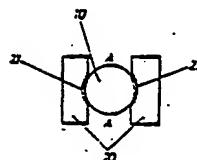


FIG. 2

DE 31 34 508 A 1

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
6000 Frankfurt (Main) 70

Ulm, 31.08.81
Z13 PTL-UL/Ja/rB
UL 81/85

Patentansprüche

- 05 1. Optische Faser mit einer anamorphotisch abbildenden Endfläche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Endstück (2) an der optischen Faser (10) vorhanden ist, das senkrecht zur Faserachse (12) einen im wesentlichen elliptischen Querschnitt aufweist, dessen Mittelpunkt im wesentlichen auf der Faserachse (12) liegt, und daß eine Endfläche (3) des Endstückes anamorphotisch abbildend ausgebildet ist.
- 10 2. Optische Faser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Endfläche (3) im wesentlichen aus der Oberfläche eines halben Ellipsoids, vorzugsweise eines Rotationsellipsoid, besteht, dessen größere Achse im wesentlichen die gleiche Richtung hat wie die große Achse des elliptischen Querschnitts.
- 15 3. Optische Faser nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Endstück (2) sowie die Endfläche (3) unmittelbar an der optischen Faser angebracht sind.

...

4. Optische Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der elliptische Querschnitt, in Richtung der Endfläche (3), verkleinert.
5. Optische Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Endstück (2) sowie die Endfläche (3) an optischen Glasfasern, vorzugsweise Monomode-Glasfasern, angebracht sind.
6. Optische Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungsradien der Endfläche (3) derart gewählt sind, daß insbesondere das von einer rechteckigen Lichtaustrittsfläche eines Halbleiterbauelements (Laser) ausgesandte Licht mit möglichst geringen Koppelverlusten in die optische Faser einkoppelbar ist.
7. Verfahren zur Herstellung einer optischen Faser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst ein Endstück (2) mit elliptischem Querschnitt geätzt wird und daß nachfolgend an das Endstück (2) durch Schmelzen zu einer anamorphotisch abbildenden Endfläche (3) ausgebildet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß, ausgehend von einer optischen Faser mit im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt, ein derart selektives Ätzverfahren angewandt wird, daß ein Endstück (2) mit im wesentlichen elliptischen Querschnitt entsteht.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das selektive Ätzverfahren mittels Ätzmasken (21) durchgeführt wird.

01.09.81

3134508

- 3 -

UL 81/85

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das selektive Ätzverfahren mittels einer bewegten und dadurch selektiv wirkenden Ätzlösung durchgeführt wird und/oder daß die Faser in der Ätzlösung bewegt wird.
- 05 11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Endstück (2) aus einer optischen Faser hergestellt wird, die bereits einen im wesentlichen elliptischen Querschnitt besitzt.

...

01.09.81
- 4 -

3134508

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
6000 Frankfurt (Main) 70

Ulm, 31.08.81
Z13 PTL-UL/Ja/rß
UL 81/85

Beschreibung

"Optische Faser mit einer anamorphotisch abbildenden
Endfläche und Verfahren zu deren Herstellung"

Die Erfindung betrifft eine optische Faser mit einer anamorphotisch abbildenden Endfläche und ein Verfahren zu deren Herstellung nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 7.

- 05 Derartige Fasern werden insbesondere bei der optischen Nachrichtenübertragungstechnik verwendet, z.B. zur möglichst verlustlosen Kopplung zweier optischer Fasern mit unterschiedlichen Querschnittsformen (kreisförmig, rechteckig) oder zur möglichst verlustlosen Kopplung eines
- 10 Lichtsenders, z.B. eines Halbleiterlasers, an eine optische Faser, die auch Lichtwellenleiter oder Lichtleiter genannt wird. Im folgenden wird die Problemstellung, die zu der Erfindung geführt hat, anhand eines Anwendungsbeispiels näher erläutert.

...

In den letzten Jahren haben Nachrichtenübertragungssysteme mit Halbleiterlasern und einwelligen Glasfaser-Lichtwellenleitern, im folgenden Fasern genannt, ständig an Attraktivität gewonnen. Die Übertragungskapazität einwelliger Fasern ist wesentlich höher als die vielwelliger Fasern, da bei ersteren die Übertragungskapazität nicht durch eine optische Modendispersion begrenzt ist. Die Dämpfungswerte einwelliger Fasern liegen derzeit unter 0,3 dB/km für Lichtwellenlängen zwischen 1,2 μm und 1,6 μm . Damit sind Übertragungsstrecken von mehr als hundert Kilometer ohne Zwischenverstärkung möglich. Die maximal erreichbare Länge der Übertragungsstrecke wird durch die optischen Gesamtverluste bestimmt. Es ist daher wesentlich, möglichst niedrige Einkoppelverluste für Licht aus dem Sender, z.B. einem Halbleiterlaser, in die einwellige Faser zu erreichen.

Neben dem Einsatz in Nachrichtenübertragungssystemen finden einwellige Fasern und Halbleiterlaser oder superstrahlende Dioden in Fasersensoren, wie zum Beispiel dem Faser-Ringinterferometer, eine schnell wachsende Anwendung. Auch hier sind niedrige optische Koppelverluste von wesentlicher Bedeutung.

Einwellige Fasern besitzen einen Kerndurchmesser von einigen Mikrometern (3 μm bis 10 μm). Die Intensitätsverteilung ist sowohl im Fernfeld als auch im Nahfeld rotations-symmetrisch bezüglich der Längsachse des Faserkerns. Der volle Akzeptanzwinkel (Einkopplungswinkel) im Fernfeld liegt zwischen 5° und 10°. Halbleiterlaser oder superstrahlende Dioden dagegen emittieren aus rechteckigen Lichtaustrittsflächen, deren typischen Abmessungen ungefähr 0,5 μm auf 3 bis 10 μm betragen. Die Abstrahlwinkel der Halbleiter-

...

laser oder -dioden liegen, senkrecht zur Lichtaustrittsfläche, zwischen 40° und 60° in einer Richtung senkrecht zur Ebene des emittierenden p-n-Übergangs und zwischen 10° und 40° in der Ebene des emittierenden p-n-Überganges. Aus diesen Daten für Faser und Laser ergeben sich für eine direkte Kopplung mit einer planen Faserstirnfläche niedrige Koppelwirkungsgrade von etwa 5% bis 20% je nach Lasertyp.

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, den optischen Koppelwirkungsgrad zwischen Laser und Faser zu erhöhen, z.B. durch Verwendung einer speziellen Kopplungsoptik (Mikro-(Zylinder)-Linse). Aus dem Artikel von H. Sakaguchi, N. Seki, S. Yamamoto "Power coupling from laser diodes into single-mode fibres with quadrangular pyramid-shaped hemiellipsoidal ends", Electr. Letters 17 (1981), Seiten 425 bis 426, ist weiterhin bekannt, ein zur optischen Kopplung benutztes Ende einer optischen Faser pyramidal anzuschleifen, so daß die Neigung der Pyramidenflächen unterschiedlich ist. Anschließend wird die Pyramidenspitze durch Anschmelzen verrundet. Mit einer derartigen Linse kann die Emission eines Halbleiterlasers in eine Faser eingekoppelt werden. Dieses Verfahren ist jedoch äußerst aufwendig, da jede Faser einzeln derart poliert werden muß, daß die Spitze der Pyramide in der Mitte des Faserkerns (Durchmesser ungefähr $5\mu\text{m}$ bis $10\mu\text{m}$) liegt. Eine möglichst verlustlose Kopplung erfordert eine Toleranz für die Lage der Pyramidenspitze von unter $1\mu\text{m}$.

Der Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, eine optische Faser derart zu gestalten, daß insbesondere eine optisch möglichst verlustlose Kopplung zwischen der Faser und einem lichtemittierenden Halbleiterbauelement möglich ist,

...

und ein Verfahren anzugeben, das eine reproduzierbare sowie kostengünstige Herstellung einer derartigen Faser ermöglicht.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die in den kennzeichnenden Teilen der Patentansprüche 1 und 7 angegebenen Merkmale.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

10 Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die anamorphotisch abbildende Endfläche unmittelbar an dem Endstück erzeugt wird. Dadurch entfallen insbesondere zeitaufwendige Justierungen. Außerdem ist gewährleistet, daß Endstück und Endfläche aus demselben Material bestehen und daß kein optischer Koppelkitt, z.B. zwischen einer Linse und der Faser, benötigt wird. Dadurch entstehende optische Koppel-
15 verluste und/oder Alterungserscheinungen werden bei der Erfindung vermieden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.
20

FIG. 1 zeigt eine optische Faser 10, an die ein erfindungsgemäßes Endstück 2 angebracht ist, z.B. mittels eines Spleißes an der Stelle 11. Es ist jedoch alternativ möglich, die Faser 10 derart zu bearbeiten, daß das Endstück
25 2 entsteht. Das Endstück 2 hat senkrecht zur Faserachse 12 einen im wesentlichen elliptischen Querschnitt, wobei der Mittelpunkt der Ellipse im wesentlichen auf der Faserachse 12 liegt. Die Endfläche 3 des Endstückes 2 ist anamorphotisch abbildend ausgebildet.

...

01.09.81

3134508

- 8 -

UL 81/85

Das folgende Ausführungsbeispiel dient der Erläuterung der Herstellung einer derartigen Faser.

Gemäß FIG. 2, die einen schematischen Querschnitt durch eine Herstellungsanordnung zeigt, wird eine optische Faser 10, die beispielsweise einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt besitzt, parallel zur Faserachse durch zwei beabstandete Spannbacken 20 gehalten, die entsprechende Ausnehmungen besitzen und als Ätzmasken 21 dienen. Eine derartige Anordnung wird in eine Ätzlösung, z.B. Flußsäure (HF), gehalten, die im wesentlichen die optische Faser, z.B. eine Glasfaser, angreift. Da die optische Faser 10 im wesentlichen an den nicht maskierten Bereichen A abgeätzt wird, entsteht nach einer vorherbestimmbaren Zeit ein im wesentlichen elliptischer Querschnitt. Ein derart vorbereitetes Endstück 2 wird, nach dem Entfernen der Ätzmasken 21, einer weiteren, allseitig wirkenden Ätzung ausgesetzt, so daß beispielsweise ein Endstück gemäß FIG. 1 entsteht. Dabei bleibt die elliptische Form des Querschnittes erhalten. Anschließend wird das dünn geätzte Ende des Endstückes 2 entweder unmittelbar in einem elektrischen Lichtbogen oder einer Flamme zu der anamorphotisch abbildenden Endfläche 3 verschmolzen, oder es wird vor dem Verschmelzen zunächst durch Ritzen und Brechen an dem Endstück eine im wesentlichen plane Fläche erzeugt. Diese genau definierte Fläche wird dann durch einen genau kontrollierten Schmelzvorgang in die endgültige Endfläche 3 überführt. Durch Wahl der Ätzmasken, der Ätzparameter sowie des Schmelzvorganges ist es möglich, die Form der Endfläche 3 in weiten Grenzen zu beeinflussen.

In der beschriebenen Weise ist beispielsweise an einer

...

Monomode-Glasfaser eine Endfläche 3 herstellbar, die im wesentlichen eine Oberfläche eines halbierten Rotations-ellipsoids ist, dessen beide Durchmesser $d_0 = 50 \mu\text{m}$ bzw. $d_1 = 30 \mu\text{m}$ betragen und dessen größerer Durchmesser d_0 im wesentlichen senkrecht auf der Faserachse steht. Eine derartige Endfläche bewirkt bei einer Lichtwellenlänge $\lambda = 0,83 \mu\text{m}$ Brennweiten $f_0 = 40 \mu\text{m}$ bzw. $f_1 = 20 \mu\text{m}$. Eine derartige Faser ermöglicht es, daß Licht aus einem eingangs erwähnten lichtemittierenden Halbleiterbauelement in die Faser einkoppelbar ist, wobei der optische Koppelwirkungsgrad größer als 50% ist.

Werden die Spannbacken 20 jeweils mit mehreren Ausnehmungen versehen, so daß eine Vielzahl von Ätzmasken 21 entsteht, so ist es vorteilhafterweise möglich, gleichzeitig an einer Vielzahl optischer Fasern im wesentlichen gleiche Endstücke herzustellen, so daß ein rationelles Herstellungsverfahren ermöglicht wird.

Bei einem weiteren, alternativen Herstellungsverfahren wird zunächst eine optische Faser mit einem im wesentlichen elliptischen Querschnitt hergestellt, z.B. durch ein geeignetes Ausziehen einer entsprechend geformten Preform. Aus einer derartigen Faser wird durch allseitiges Ätzen das Endstück hergestellt, dessen eine Endfläche anschließend zu einer anamorphotisch abbildenden Endfläche 3 verschmolzen wird. Bei einem derartigen Herstellungsverfahren werden vorteilhafterweise Ätzschritte sowie Ätzmasken eingespart.

Die Erfindung ist jedoch nicht nur auf die beispielhaft erwähnten Koppelanordnungen beschränkt, sondern ebenso gut auf andere Anordnungen anwendbar, bei denen eine an-

...

01.09.81

3134508

- 10 -

UL 81/85

amorphotische Abbildung benötigt wird, z.B. in einem
opto-elektrischen Empfänger, bei dem das aus einer op-
tischen Faser ankommende Licht einer rechteckförmigen
Photodiode zugeführt wird.

...

3134508

Nummer:

3134508

Int. Cl.³:

C03B 37/075

Anmeldetag:

1. September 1981

Offenlegungstag:

17. März 1983

11- 1/1

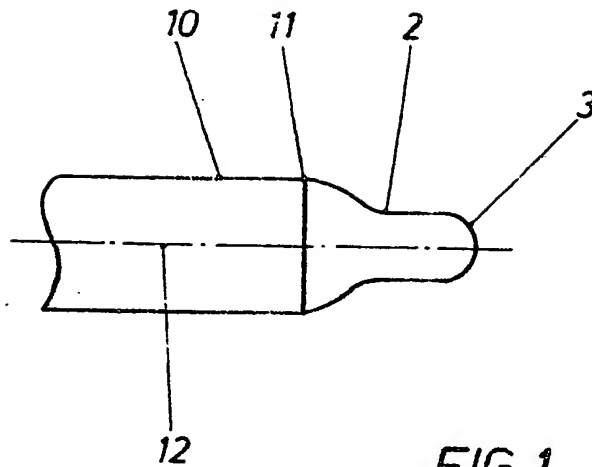


FIG. 1

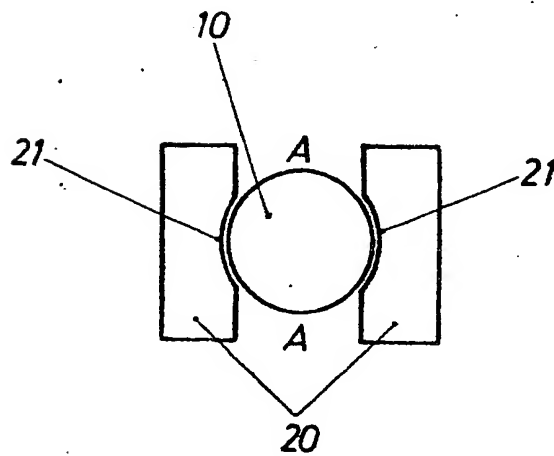


FIG. 2